

地下管线非开挖挤土成孔技术

陈 晨^{1,2}, 贾 栋², 韩 冰²

(1. 哈尔滨工业大学 土木工程学院 黑龙江 哈尔滨 150090 ; 2. 吉林大学 建设工程学院 吉林 长春 130026)

摘 要 对国内外使用的几种非开挖挤土成孔方法进行了分析,评价了挤土(挤密)成孔方法的技术优势,提出了滚压法是一种很有前途的低公害非开挖挤土成孔技术。

关键词 非开挖 挤土 滚压法

中图分类号 P634 文献标识码 A 文章编号 1000-3746(2003)S1-0123-03

Technique of Compact Making Hole in Trenchless Underground Pipeline Construction/CHEN Chen^{1,2}, JIA Dong², HAN Bing²(1. Harbin Institute of Technology, Harbin Heilongjiang 150090, China; 2. Jilin University, Changchun Jilin 130026, China)

Abstract : Through analyzing available methods of compact making hole in trenchless underground pipelining, several technical advantages are presented, it is concluded that rolling method is a prosperous and low-nuisance trenchless construction technique.

Key words : trenchless ; compact making hole ; rolling method

在岩土工程中使用的挤土(挤密)法由前苏联 Ю. М. Абелев 教授于 1934 年首创,在许多岩土工程实践中使用,起了很大的作用。同样,在仅仅只有 30 多年的地下管线非开挖施工技术的发展历史中,挤土(挤密)法也得到了较广泛的应用。在目前 10 余种非开挖铺管方法中,可按成孔时对周围岩土的影响分为挤土法、部分挤土法和非挤土法。其中的挤土成孔铺管是一类很有特点、占有很大市场份额的非开挖施工方法。

非开挖挤土(挤密)铺管法就是利用采用挤土方法对土体沿挤土装置(一般为圆截面)的径向挤密(不挖土)来形成钻孔,然后再铺设管线。国内外现有的挤土成孔方法有静压挤土法、振动挤土法、气动冲击器挤土法和滚压挤土法。

对其成孔过程中的挤土(不排土)及各种挤土方法中采用的挤土原理等的分析研究,将是在非开挖施工中选择这类方法的重要依据。

1 国内外使用的非开挖挤土成孔方法

1.1 静压挤土方法

静压挤密方法的压入装置通常采用液压千斤顶,为减少侧摩阻力,在管的端部设锥形帽,锥形帽直径超过被铺设的管径 20 ~ 30 mm。工作时将管及其端部压入土中,将土挤密成孔。

1.2 振动挤土方法

该方法适用于孔壁不稳定以及用静压挤土法时土的阻力很大的地层中铺管。振动挤土铺管装置如图 1 所示。

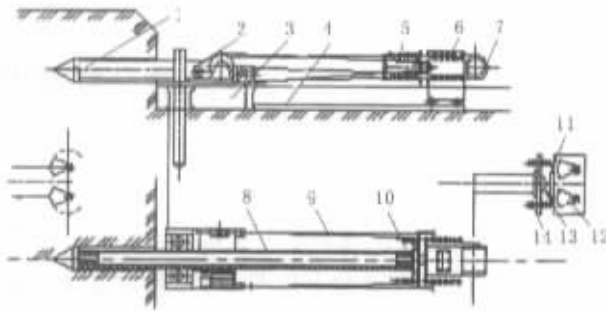


图 1 振动挤土装置示意图

1—可换式挤密钻头 2—换向升降机 3—固定架 4—滑道 ; 5—调节弹簧 6—振动锤 7—电机 8—被铺设的管 9—滑轮组 10—接头 11—锤头 12—偏心块 13—砧子 14—调节弹簧

其振动挤土成孔原理与振动沉管原理一致。将振动打桩锤 6 设于被铺设的管 8 的上部与管刚性连接,形成一个振动体系,当启动振动锤时,锤内两组对称的偏心块 12 通过齿轮控制作相反方向但同步的旋转运动,转动时产生的离心力的垂直分力相互抵消,水平分力大小相等、方向相同,相互叠加,从而产生忽前忽后周期性的激振力,使管沿管轴线方向产生振动,当管的振动频率与周围土的自振频率一

收稿日期 2003-04-30

作者简介 陈晨(1965 -), 四川资中人, 吉林大学建设工程学院勘察工程系副主任、副教授, 探矿工程专业, 博士, 现在哈尔滨工业大学土木工程博士后流动站从事岩土工程的科研工作, 吉林省长春市西民主大街 6 号 (0431) 8502263 chenchen@ email. jlu. edu. cn。

致时,土体发生共振,土中的结合水释放出来成为自由水,颗粒间粘结力急剧下降,呈现液化状态,土体对管表面的摩阻力、端阻力均大为降低(一般减少到 $1/8 \sim 1/10$);同时由锤头 11 和砧子 13 相撞产生冲击脉冲,由于冲击脉冲使管有很高的振动速度,在管上产生很大的冲击力并作用于端部,所以钢管就很容易被挤入到土中预定深度。

振动工作时冲击力约为激振力的几倍。一般要求滑轮组能提供一定的静压力(300 kN)。钢管之间采用焊接连接,接管长度可达 8 m。弹簧 5 的弹力取决于钢管贯入的阻力、冲击频率等,施工时可以利用滑轮组 9 来调整弹力。

1.3 气动冲击挤土方法

该方法在非开挖铺管中使用得非常广泛。它是

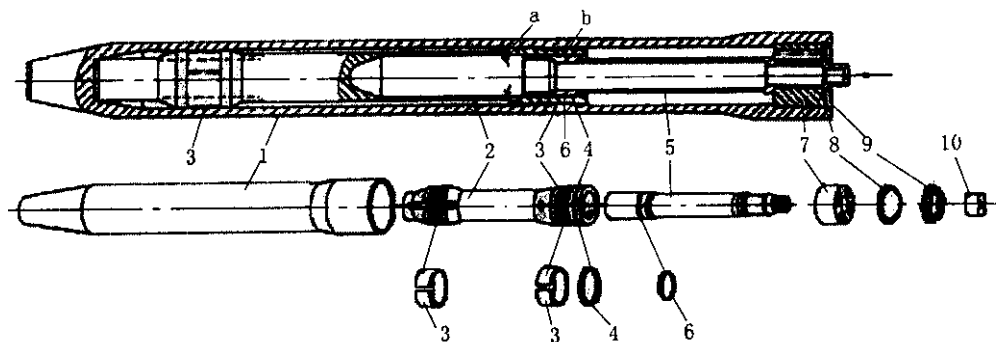


图2 非开挖铺管气动冲击器结构示意图

1—外壳 2—活塞 3—活塞滑动环(一套) 4—活塞密封圈(一套) 5—控制器管 6—控制器活塞密封圈 7—弹性缓冲垫 8—压力支撑环 9—弧形组合环 10—保护盖

1.4 滚压挤土法

滚压挤土方法由俄罗斯专家发明,在 1991 年日内瓦新技术发明博览会上以及 1995 年的世界工业创新成果展览会上均获得了金奖。该方法是一种自旋转滚压挤土成孔技术,它在成孔时采用滚压器,滚压器在钻进时不排土,而是将土沿径向挤密。滚压法的优势在于它不仅铺设管线,而且可以进行管道更新。除了施工管道孔外,该方法还可以加固已有建(构)筑物地基,施工桩基孔等。

滚压挤密装置如图 3 所示。驱动装置 2(马达或液压马达)与工作部分的输出轴刚性连接,而该轴相对于滚轮 4 是偏心设置,则回转的轴线与滚轮的中心线在回转过程中形成了角度 φ 。工作时滚轮沿螺旋线转动,旋入土中,形成钻孔并挤密孔壁。角度 φ 决定了转动滚轮步长,即偏心轴回转一周的进尺。

回转轴上的滚轮数量取决于生产工艺和钻进深度。在驱动装置的外壳上设有翼板 5,目的是承担

一种可自行移动的气动冲击机构(如冲击矛),通过冲击挤密排土形成管道孔,新管一般随冲击矛拉入管道孔内,也可先成孔,然后随着冲击矛的后退将管线拉入,或边扩孔边将管线拉入。

根据气动冲击器的用途,可将其分为 2 类——专门成孔的冲击矛和将钢管打入土中的夯管锤。当铺设的钢管直径较小时,套管可以是闭口的,采用挤密法压入土中。冲击矛的主要参数是其冲击矛的外径,即成孔直径;而夯管锤的主要参数为打入钢管的最大外径。某些气动冲击器既可用于成孔,又可用于打管。气动冲击挤土方法中使用的冲击器不论什么用途,其作用原理、配气机构和换向装置都是相同的,不同的只是规格尺寸、质量、冲击能和冲击频率、设备配置等,其机构如图 2 所示。

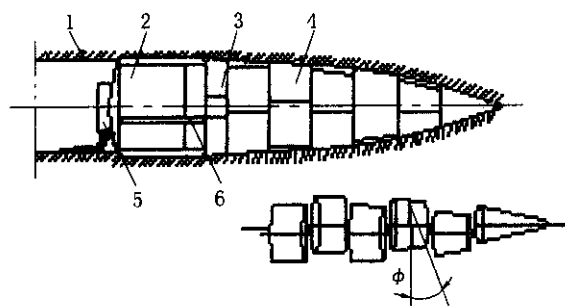


图3 滚压挤土装置示意图

1—孔壁 2—驱动装置 3—偏心轴 4—滚轮 5—翼板 6—电缆

滚轮转动所产生的反扭矩。滚轮转动的能量由电缆 6 或高压胶管来提供。可以在一个很宽的范围内无级调速。

非开挖滚压法铺管装置如图 4 所示。泵站由液压泵、电机、油槽和控制箱组成。工作台将滚压器送到孔底,并通过钻杆给滚压器施加一定的压力,滑架上设有液压马达,可沿着滑道移动。

准备工作中应根据钻孔方向确定孔位,并把滑

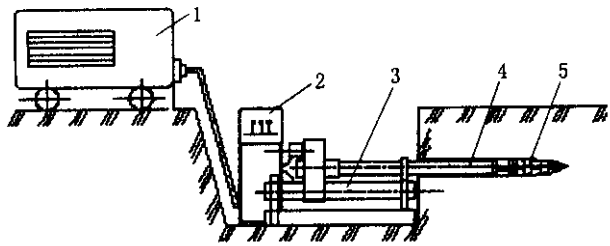


图4 滚压法挤土成孔示意图

1—泵站 2—控制台 3—传导台 4—钻杆 5—滚压器

动架底盘用锚索固定在相应的位置上。首先将滑动架与滚压器相连,然后开机移动滑动架,将滚压器压入土中,并同时开动马达挤入。当滚压器全部进入土中后,关闭电源,将滑动架与滚压器卸开,将前者返回到起始位置,然后将液压马达与滚压器通过钻杆连接,继续挤土成孔,随滚压器的贯入,钻杆用短节加长。

各种挤土(挤密)方法应用的特点列于表 1。

表 1 非开挖各种挤土(挤密)方法应用的特点

评价指标	静压挤土法	振动挤土法	气动冲击挤土法	滚压挤土法
适宜地层	粘土和亚粘土	砂土、砂质粘土及饱和土	略软粘土、中密砂土层	粘土层、砂土层
适用管径/mm	<500	<500	40~250	50~230
施工长度/m	40~60	25~50	20~100	50
铺管速度/(m · h ⁻¹)	—	20~60	—	10~20
使用管材	混凝土、钢、铸铁	钢管	钢、塑料管	混凝土、钢、铸铁
环境效应	挤土效应	挤土和振动效应	挤土和振动效应	挤土效应

2 挤土成孔法的技术优势和适用条件

挤土(挤密)法的最大优势是成孔时不使用冲洗液,不排土,干作业成孔,且孔壁稳定。这也是挤土法获得大量使用的原因。

但在实际考虑该方法时,除了地层和孔径的要求外,还要对挤土和振动的影响作出准确评价和估计,以尽可能发挥挤土法的优越性。考虑挤土效应或挤土和振动效应实际是确定在一定管径下的挤土半径大小,建议采用以下的经验公式来估算。

对于静压挤土法和滚压挤土法：

$$d_j = 0.282d_0(\sqrt{\frac{8\gamma_0 + 4\gamma_m}{\gamma_0 - \gamma_m} + 1} - 1) \quad (1)$$

对于振动和气动冲击挤土法：

$$d_z = 0.282kd_0(\sqrt{\frac{8\gamma_0 + 4\gamma_m}{\gamma_0 - \gamma_m} + 1} - 1) \quad (2)$$

式中 d_j 、 d_z ——估算的挤土半径 γ_m 、 γ_0 ——土的天然状态下的干容重和与挤土器接触处土的最大干容重 d_0 ——挤土器的半径 k ——取决于土质条件、挤土方法等,1.8~2.1。

管道距离地表、地下结构物和地下管线都设一定的安全距离(d 为新铺设管的直径):到煤气管(钢管)距离 $\leq 0.8\text{ m}$,到送水管(铸铁管)距离 $\leq 5d$,

到钢筋混凝土管和陶瓷管距离 $\leq 6d$,到水泥排水管距离 $\leq 4d$,到电缆距离 $\leq 0.6\text{ m}$,到地表距离 $\leq 10d$ 。

3 结语

(1)综合考虑静压挤土法、振动挤土法、气动冲击器挤土法和滚压挤土法各自适用的条件和特点,滚压挤土法将是非常具有前景的非开挖铺管新技术。

(2)采用挤土方法施工新管线时,对其位置到地表、地下结构物和地下管线等的安全距离应尽可能地准确,以发挥挤土法的优势。

(3)如果仅考虑挤土的能力,则振动挤土法较好。

参考文献：

[1] Добронравов С. С. ,Дронов В. Г. Строительные машины и оснсы автоматизации[М]. М. Высшая школа 2001.
[2] Леонид БОБЫЛЕВ. Труба или решето[J]. Нефть России , 2001 (2).
[3] 韩晓雷,黄义. 灰土挤密桩成孔过程中孔周土体的应力分析 [J]. 西安建筑科技大学学报 ,1999 31(3).
[4] 刘根芳. 对沉桩施工土壤挤密半径的分析[J]. 建筑机械化 , 1995 (2).